

Tero Raitanen

Kappaletavara-automaation opetuslaitteiston mekaniikan toteutus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

Insinöörityö

15.04.2014

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Tero Raitanen Kappaletavara-automaation opetuslaitteiston mekaniikan toteutus 32 sivua 15.4.2014
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Kone ja tuotantotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Konetekniikka
Ohjaajat	Pekka Salonen, lehtori, Metropolia AMK Ari Ylinen, koulutusvastaava, Vantaan ammattiopisto, Varia
<p>Tämän insinöörityön tarkoituksena oli valmistaa Vantaan ammattiopisto Varian sähköasentajakoulutusta varten automaattinen kappaleenkäsittelylaitteisto.</p> <p>Työn tavoitteena oli suunnitella automaatiotekniikan opetukseen nykyaikainen laitteisto käyttäen yleisesti teollisuudessa käytettäviä komponentteja. Opiskelijat voisivat laitteiston avulla harjoitella komponenttien asentamista, säätöä ja ohjelmointia sekä korjaamista ja huoltamista. Laitteiston tulisi sisältää sähköisiä laitteita ja komponentteja sekä pneumaattisia laitteita ja laitteisiin liittyvän ohjauksen ja sen toiminnan vaatiman anturoinnin. Laitteiston ohjelmointi rajattiin tämän työn ulkopuolelle.</p> <p>Työn tuloksena aikaansaatii laitteisto, jonka alun muodostaa hihnakuljetin, jolle tarkasteltavat kappaleet syötetään. Hihnakuljettimella olevilla antureilla tunnistetaan kappaleen materiaalia ja väriä sekä mitataan korkeutta tai muotoa. Näiden tietojen perusteella oikean väriset ja kokoiset metalliset kappaleet siirretään pneumaattisella manipulaattorilla sähkökäyttöiselle askeltavalle kuljettimelle (lineaarinen toimilaite). Askeltavalta kuljettimelta kappaleet syötetään värin perusteella eri laatikoihin. Hihnakuljettimella on kaksi hylkäysasemaa, joilla vääränmittaiset tai väärää materiaalia olevat kappaleet erotellaan omiin laatikoihinsa.</p>	
Avainsanat	Kappaleenkäsittelyautomaatio

Author Title Number of Pages Date	Tero Raitanen The Mechanics of Test Equipment for Teaching Product Handling Automation 32 pages 15 April 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Mechanical Engineering
Specialisation option	Machine Design
Instructors	Pekka Salonen, Principal Lecturer, Metropolia UAS. Ari Ylinen, Education Officer, Vantaa Vocational College Varia
<p>The purpose of this Bachelor's thesis was to manufacture test equipment for teaching product handling automation. The thesis was assigned by Vantaa Vocational College Varia.</p> <p>The basic idea was to design modern equipment for teaching. The task was to use components that are widely used in material handling industry. With the equipment exercise installation, students can practice the adjustment and programming of the components and also do maintenance tasks. The equipment includes electrical gadgets and components and also a pneumatic system. The control system with the required switches and measuring devices are included as well. Programming of the equipment was, however, excluded from this study.</p> <p>As a result of this study, test equipment for teaching product handling automation was designed. In the beginning of the equipment, there is a belt conveyor where the products are fed. On the belt conveyor, the material and color of the product are inspected and also the height of the piece is measured. With these variables, the products are taken off from the conveyor with a pneumatic manipulator to an electric actuator that will move products to the right places. There are also two reject stations on the belt conveyor for the pieces that are inadequate.</p>	
Keywords	Material handling automation. Test equipment for teaching

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Työn tavoite ja rajaus	1
2.1	Laitteiston toiminta ja kokoonpano	1
2.2	Työturvallisuus ja riskien arviointi	4
2.3	Työn rajaus	4
3	Mekaaniset komponentit	5
3.1	Hihnakuuljetin	5
3.2	Sähkökäyttöinen askeltava kuljetin	6
4	Pneumatiikkajärjestelmä ja komponentit	9
4.1	Paineilman käyttö teollisuudessa	9
4.2	Pneumatiikkakaavio	10
4.3	Pneumaattiset toimilaitteet	12
4.3.1	Hylkyasema 1	12
4.3.2	Pneumaattinen manipulaattori	13
4.3.3	Imukuppitarttuja ja ejektori	14
4.3.4	Nosto/laskusylinteri	17
4.3.5	Sivuttaisliikkeen männänvarretonsylinteri	18
4.3.6	Pneumaattinen lajittelija	18
4.4	Paineilmajärjestelmän asennus	19
5	Anturitekniikka	20
5.1	Lähestymiskytkimet	20
5.1.1	Optinen lähestymiskytkin	21
5.1.2	Induktiivinen lähestymiskytkin	22
5.1.3	Kapasitiivinen lähestymiskytkin	22
5.1.4	Reed-kytkin	23
5.1.5	Opetuslaitteistossa käytetyt lähestymiskytkimet	23
5.2	Värintunnistusanuri	25
5.3	Kappaleen korkeuden mitta	28
6	Yhteenveto	29
	Lähteet	31

1 Johdanto

Tässä työssä kehitettiin opetuslaitteisto Vantaan ammattiopisto Varian automaatiotekniikan opetukseen. Opistossa otettiin käyttöön Siemens-logiikat, joita varten tuli tarve kehittää kappaleenkäsittelylaitteisto, mitä ohjataan Siemens S7-1200-logiikalla. Työn toteutus jaettiin kahteen erilliseen osaan, ohjaustekniikkaan ja mekaniikkaan, joka sisälsi myös anturitekniikan ja pneumatiikan. Työtä lähestyttiin pedagogiselta kannalta sekä käytännönläheisesti. Ohjaustekniikasta Metropolian AMK:n opiskelija Mikko Fischer tekee oman insinöörityönsä.

Työssä tehty laitteiston kehitys perustuu tekijöiden pitkään kokemukseen työelämässä jo toisaalta opetustoimen parissa. Laitteistoa on tarkoitus käyttää sähköasentajien koulutuksen monipuolistamiseksi ja auttamaan kokonaisuuksien käsittämistä.

2 Työn tavoite ja rajaus

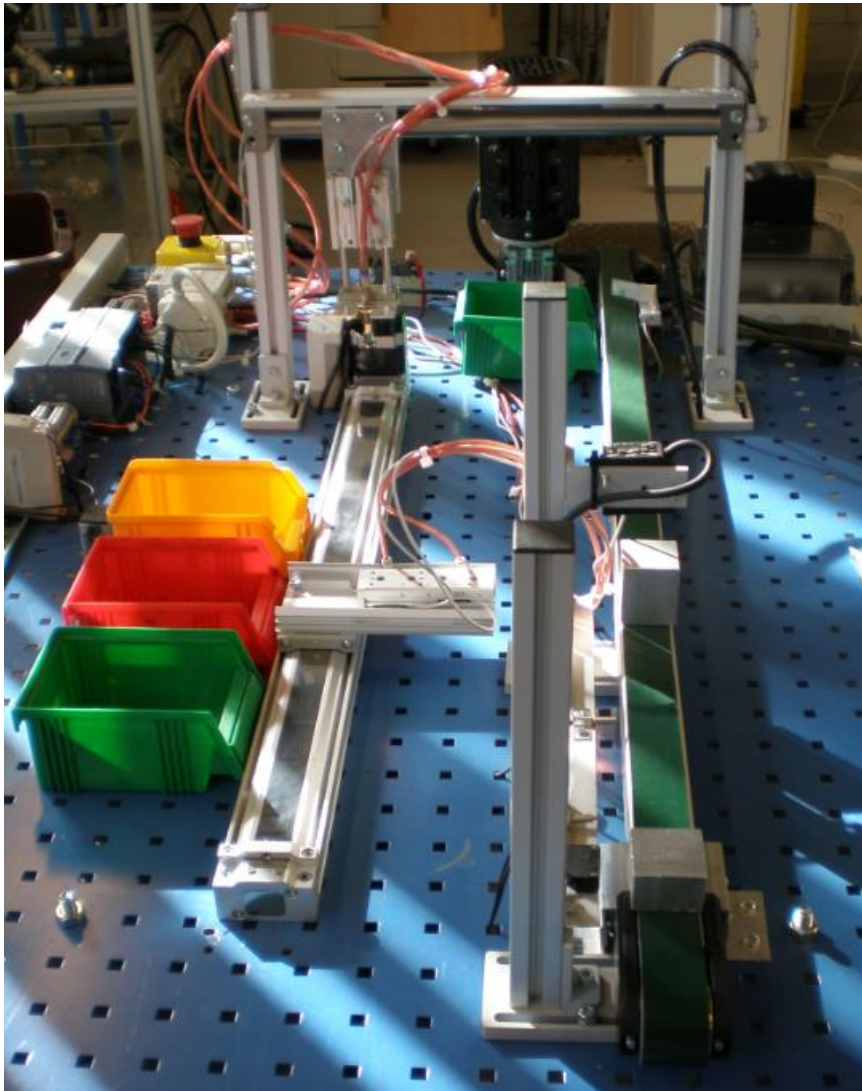
Insinöörityön tavoitteena oli suunnitella automaatiotekniikan opetukseen nykyaikainen laitteisto käyttäen yleisesti teollisuudessa käytettäviä komponentteja. Opiskelijat voisivat laitteiston avulla harjoitella komponenttien asentamista, säätöä ja ohjelmointia sekä korjaamista ja huoltamista. Laitteiston tulisi sisältää sähköisiä laitteita ja komponentteja sekä pneumaattisia laitteita ja laitteisiin liittyvän ohjauksen ja sen toiminnan vaatima anturointi. Laitteiston kehittäminen alkoi olemassa olevan hihnakuuljetin ympärille käyttäen hyväksi Varian ammattiopiston varastossa olleita pneumaattisia komponentteja ja antureita. Lisähankintoina tuli askeltavakuuljetin ja joitain paineilmasylintereitä.

2.1 Laitteiston toiminta ja kokoonpano

Laitteiston alun muodostaa hihnakuuljetin, jolle tarkasteltavat kappaleet syötetään. Hihnakuuljettimella olevilla antureilla tunnistetaan kappaleen materiaalia (metallinen / ei-metallinen) ja väriä (kolme vaihtoehtoa) sekä mitataan korkeutta tai muotoa. Näiden tietojen perusteella oikean väriset ja kokoiset metalliset kappaleet siirretään pneumaattisella manipulaattorilla sähkökäyttöiselle askeltavalle kuuljettimelle (lineaarinen toimilaitte). Askeltavalta kuuljettimelta kappaleet syötetään värin perusteella eri laatikoihin. Hih-

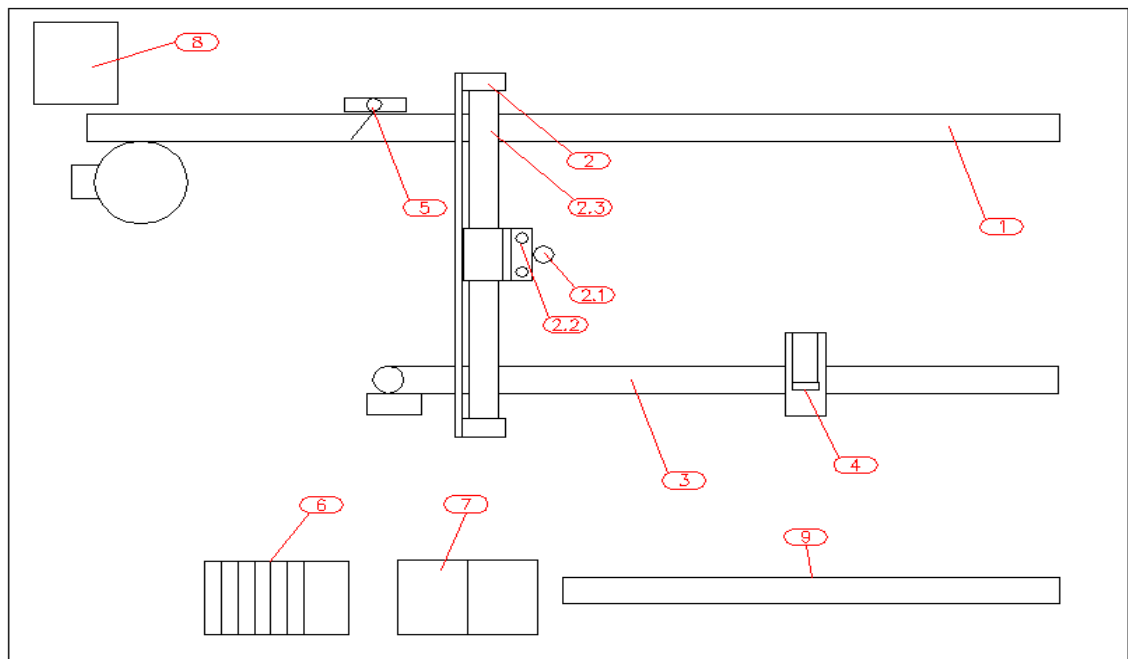
nakuljettimella on kaksi hylkäysasemaa, joilla väärän mittaiset ja väärää materiaalia olevat kappaleet erotellaan omiin laatikoihinsa. (Kuvat 1 ja 2.)

Laitteiston ohjaukseen käytetään Siemens S7-1200-logiikkaa. Hihnakuuljetinta käytetään Omronin taajuusmuuttajan avulla. Logiikan avulla ja anturointia muuttamalla voidaan edellä kuvattua toimintaa muuttaa. Ainoana rajoitteena on kappaleen maksimikoko mikä on 50x50x50 mm.



Kuva 1. Automaattinen kappaleen käsittelylaitteisto

Paineilmansyöttö varustettiin paineilman suodatinsäädinyksiköllä, jonka avulla säädetään haluttu järjestelmäpaine sekä erotetaan vettä paineilmasta. Ennen suodatinsäädintä on sulkuventtiili. Toimilaitteiden paineensäätöä varten niiden liityntäliittimet on varustettu säädettävällä kuristuksella.



Kuva 2. Laitteiston layout ja pääkomponentit

Laitteiston layout:

1. hihnakuuljetin
2. pneumaattinen manipulaattori
 - 2.1 imukuppitarttuja
 - 2.2 nosto/laskusylinteri
 - 2.3 männänvarretonsylinteri
3. askeltavakuuljetin
4. pneumaattinen lajittelija
5. hylkäysasema
6. pneumatiikan venttiiliryhmä
7. ohjelmoitava logiikka
8. taajuusmuuttaja
9. riviliittimet

2.2 Työturvallisuus ja riskien arviointi

EU:n konedirektiivissä (2006/42/EY) ja siihen pohjautuvassa koneasetuksessa on määriteltä valmistajan velvollisuudet ennen koneen saattamista markkinoille ja koneita koskevat olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset. Asetuksessa on esitetty kaikkia koneita koskevat vaatimukset.

Asetusta sovelletaan kaikkiin uusiin koneisiin, ja se koskee kaikkia koneita, niin myyntiin tarkoitettuja kuin omaan käyttöön valmistettuja koneita. Koneen suuruudella ei ole merkitystä. Mikäli koneen valmistukseen osallistuu useampia valmistajia, tulee jonkin valmistajan ottaa kokonaisvastuu koneen turvallisuudesta.

Koneen vaaratekijät arvioidaan ja sen jälkeen suunnitellaan toimenpiteet, miten ko. riskit poistetaan. Jos riskien poistaminen ei ole mahdollista, niin laaditaan riittävät ohjeet ja varoitukset, jotta riskiltä voidaan suojautua.

Tämän opetuslaitteiston riskien välttämiseksi otettiin lähtökohdaksi se, että käytettävät nopeudet ovat riittävän alhaisia ja myös syntyvät voimat suunnitellaan pieniksi. Laitteistoon lisättävällä hätä-seis-järjestelmällä voidaan lisätä laitteiston turvallisuutta, mikäli suojaustoimet epäonnistuvat esim. laitteiston väärän tai virheellisen käytön vuoksi.

Tärkeänä osana opetuskäytön turvallisuutta on käyttäjien riittävä opastaminen ja riittävien ohjeiden antaminen.

2.3 Työn rajaus

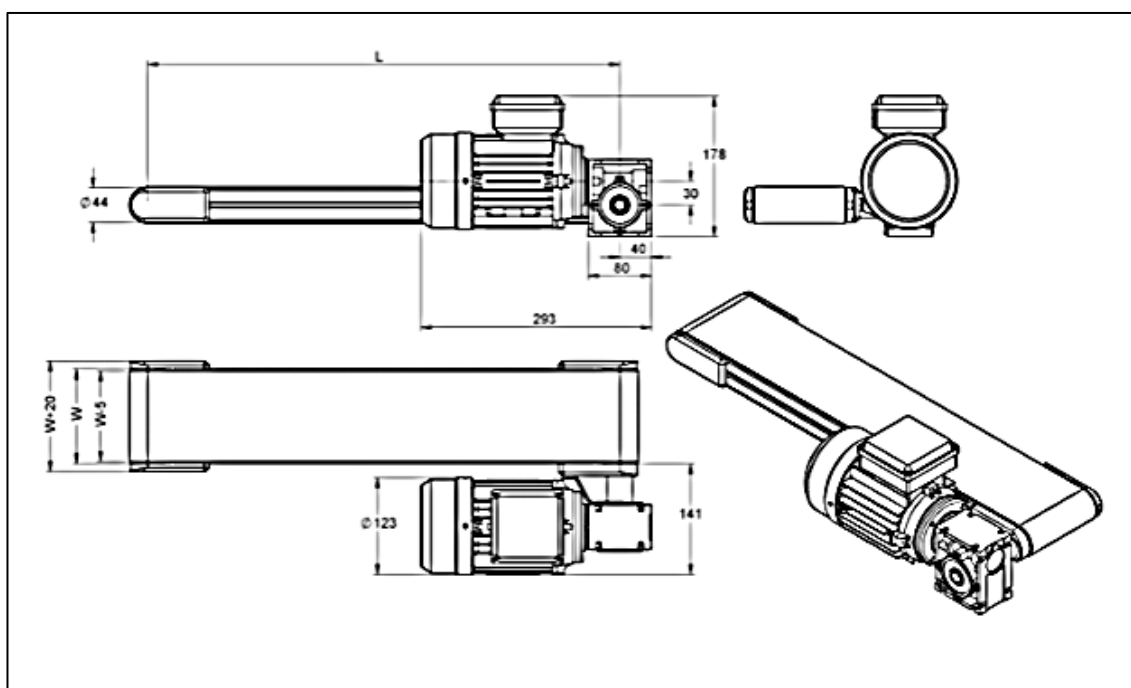
Työstä rajattiin pois kappaleiden syöttö hihnakuljettimelle eli se toteutettiin käsisyöttönä. Tulevaisuudessa tähän tehtävään voidaan sijoittaa olemassa oleva robotti.

Myös varsinaisten laitteiston käyttöohjeiden ja käyttöopastusohjeiden tekeminen rajattiin tämän työn ulkopuolelle.

3 Mekaaniset komponentit

3.1 Hihnakuljetin

Hihnakuljettimena käytettiin ruotsalaisen Rollco Ab:n mallia BF40E-40-1200-37.3-RH1 (kuva 3). Kuljettimen runko on tehty alumiiniprofiileista ja sen kyljessä on kokopituudelta, ura joka mahdollistaa helpon kiinnittämisen alustaan. Kuljettimen pituus on 1200 mm ja hihnan leveys 40 mm. Kuljettimen maksinopeus on 37,3 m/s.



Kuva 3. Hihnakuljetin Rollco BF40E- 40- 1200- 37.3-RH1. [1, s. 1]

Kuljettimen käyttömootorina on Busck MS63, jonka teho on 0,2 kW. Moottoria ohjataan taajuusmuuttajan Omron 3G3MX2-AB-002-E välityksellä ohjelmoitavasta logiikasta. Logiikka ohjaa käynnistyksen, pysäytyksen ja kaksi nopeutta. Nopeuksien väliset hidastukset ja kiihdytykset (rampit) säädetään taajuusmuuttajasta.

Mekaaninen asennus

Moottorin päässä on kiinnitysruuveja varten reiät, joista se kiinnitettiin ruuvi/muttereilla kiinnityslevyyn. Taittopään kiinnitystä varten valmistettiin Z-muotoiset alumiinikappaleet

mitkä sopivat kuljettimen sivuilla oleviin uriin, ja toinen pää kiinnitettiin ruuvi/mutteri-yhdistelmällä asennuslevyyn.

Sähköinen asennus

Kaapelointia varten oli erillinen riviliitinkotelo johon tuotiin virransyöttö ja josta vietiin syöttö taajuusmuuttajalle.

3.2 Sähkökäyttöinen askeltava kuljetin

Askeltava kuljetin on SMC:n valmistama e-Rodless Actuator E-MY2B (kuva 4) lineaari toimilaite. Toimilaitteessa on kelluva kelkka, mihin kiinnitetään laskualusta mille puolestaan manipulaattori laskee tulevan kappaleen. Laskualustaan on kiinnitetty paineilmasylinteri, jolla kappale poistetaan alustalta halutussa kohdassa. Kelkan liikematka on 800 mm, matkalle voidaan vapaasti ohjelmoida viisi pysähdyspaikkaa. Logiikka ohjaa kelkan haluttuun asemaan.

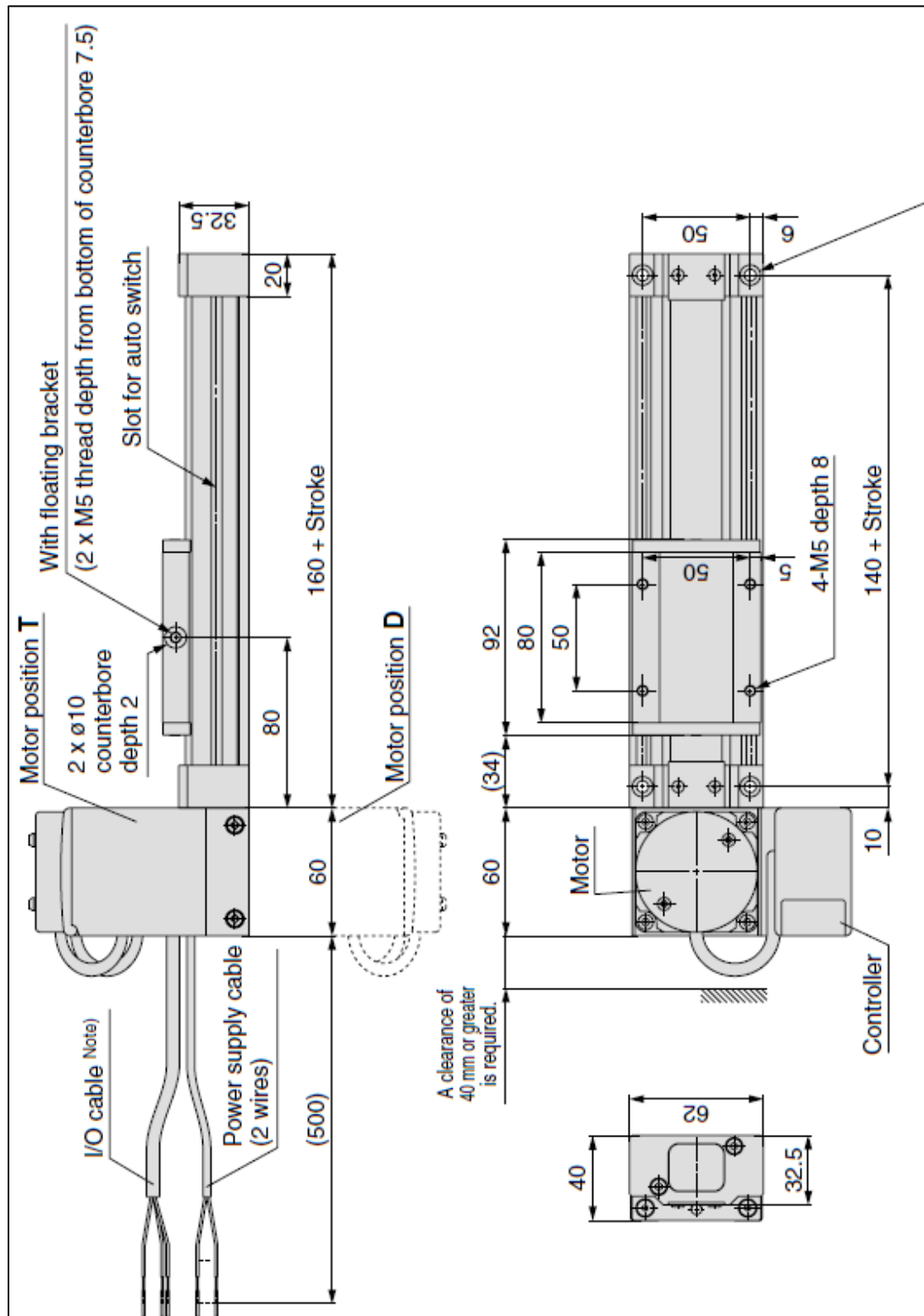
Mekaaninen asennus

Mekaaninen asennus tehtiin kuljettimessa olevien kiinnitysreikien avulla suoraan asennuslevyyn.

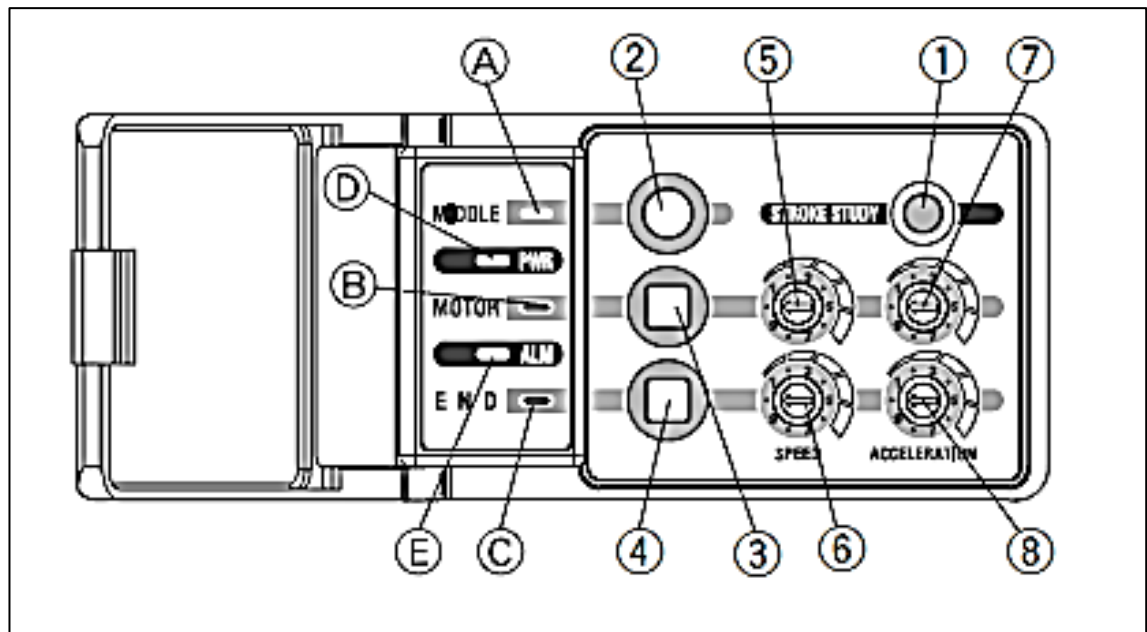
Sähköinen asennus

Kuljettimen ohjausyksiköltä lähtee yksi moninapakaapeli, jonka kautta kulkee virransyöttö riviliittimeltä ja ohjaustiedot logiikan riviliittimeltä.

Asemapaikkojen määrittäminen, käytetyt nopeudet ja hidastukset sekä kiihdytykset asetetaan lineaaritoimilaitteen omasta ohjausyksiköstä (kuva 5).



Kuva 4. e-Rodless Actuator SMC E-MY2B [2, s. 12]



Kuva 5. Lineaaritoimilaitteen käyttöyksikkö [2, s. 13]

Käyttökytkimet:

1. liikepituuden opetuskytkin
- 2-4. kytkimet kelkan väliasemien hakemiseen
5. nopeuden säätö liikuttaessa käyttömootoria kohden
6. nopeuden säätö liikuttaessa käyttömootorista poispäin
7. kiihdytyksen säätö käyttömootoria kohden liikuttaessa
8. kiihdytyksen säätö käyttömootorista poispäin

A-E. merkkivalot käyttöyksikön tilan määrittämiseksi

Kelkkaan tulevat komponentit käsitellään seuraavassa luvussa.

4 Pneumatiikkajärjestelmä ja komponentit

4.1 Paineilman käyttö teollisuudessa

Paineilmaa on käytetty teollisuudessa 1800-luvun loppupuolelta ja nykyisin se on käytössä lähes kaikessa teollisuudessa. Paineilmaa käytetään työkalujen voimanlähteenä ja koneautomaatiossa erityisesti lineaari- ja pyöriviin liikkeisiin. Yleisimmät pneumatiikkakomponentit ovat.

- toimilaitteet (sylinterit ja moottorit)
- toimilaitteiden käyttöventtiilit
- nopeuden- ja paineensäätöventtiilit
- huoltoyksikkö

Paineilma on helppokäyttöinen väliaine jonka ainoita käytännön ongelmia ovat ilman kokoonpuristuvuus ja järjestelmän huono hyötysuhde. Pneumatiikka soveltuu hyvin koneautomaatioon silloin kun:

- käsitellään keveitä kappaleita
- halutaan nopeita liikkeitä
- liikkeet tapahtuvat rajalta rajalle
- halutaan pehmeää tartuntaa ja siirtoa
- halutaan hygieenistä järjestelmää (esim. elintarviketeollisuus)
- toimitaan palo- tai räjähdysriskissä ympäristössä

Pneumatiikka on edullinen tapa toteuttaa koneautomaatiota, jos paineilmaa on saatavilla esim. tehdasverkosta eli erillistä kompressorijärjestelmää ei tarvita. Järjestelmän rakentaminen on yksinkertaista ja muunneltavuus hyvä.

Tarvittaessa enemmän voimaa ja liiketarkkuutta on syytä siirtyä käyttämään joko hydraulikka- tai sähköistä järjestelmää (taajuusmuuttaja- / servokäyttö). [3, s. 2.]

4.2 Pneumatiikkakaavio

Koelaitteiston pneumatiikkajärjestelmässä on käytetty japanilaisen vuonna 1959 perustetun SMC-konsernin tuotteita. SMC toimii maailmanlaajuisesti ja on tällä hetkellä suurin pneumatiikkajärjestelmien ja komponenttien tuottaja.

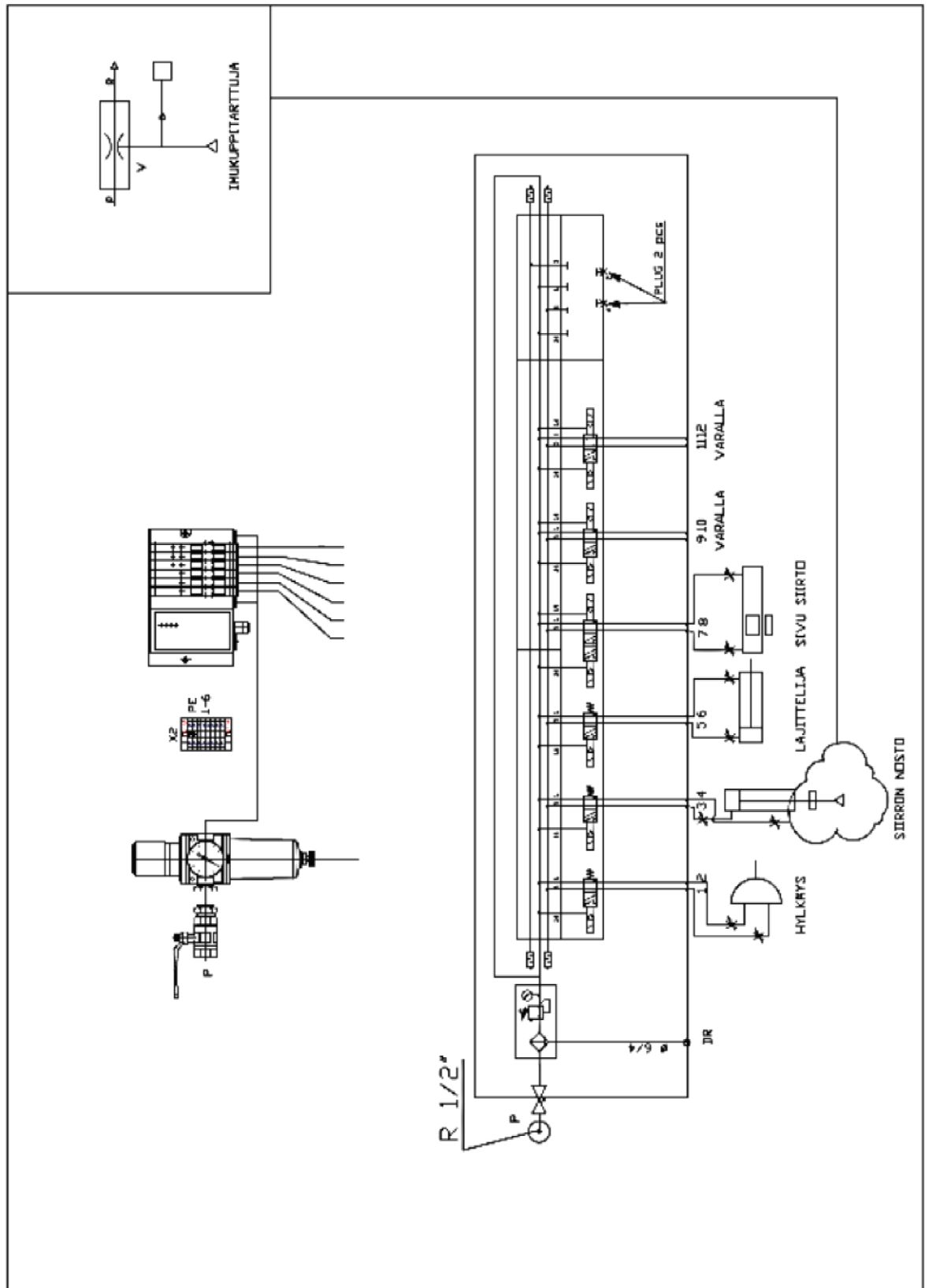
Suomessa SMC Pneumatics Finland on toiminut 80-luvulta asti. Vuodesta 2000 alkaen se on toiminut SMC-konsernin täysin omistamana, itsenäisenä tytäryhtiönä.

Varian varastosta ja automaatiolaboratoriosta löytyvien pneumatiikkakomponenttien pohjalta laadittiin pneumatiikkakaavion (kuva 6.) tarvittavia toimintoja varten.

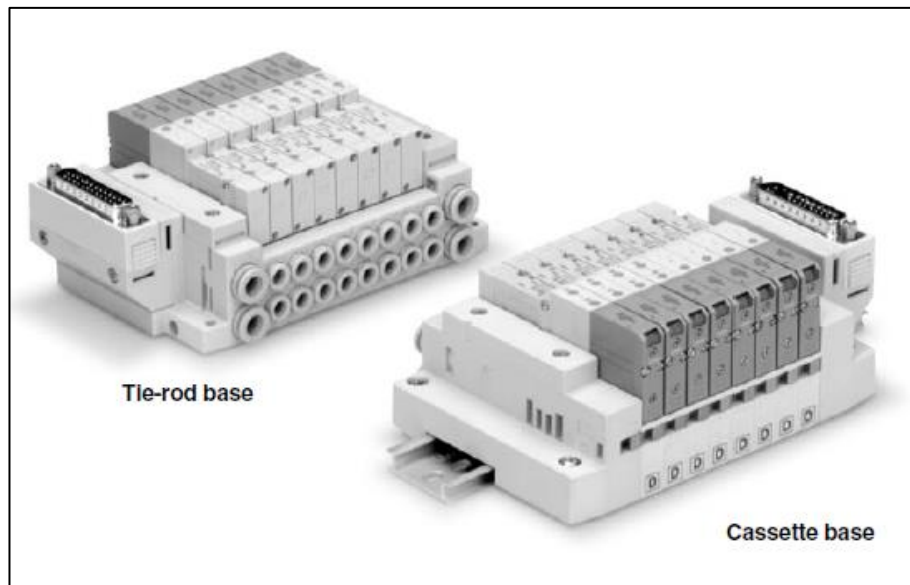
Venttiiliyksikkö koottiin SMC:n valmistamalle kuusipaikkaiselle peruslevylle (kuva 7). Tarvittavia toimintoja varten asennettiin kolme jousipalautteista 5/2-venttiiliä sekä yksi 5/3-venttiili. Kaksi paikkaa jätettiin varalle.

Peruslevy sisältää sisäisen johdotuksen valmiina, joten solenoidiventtiilit kytketään siinä olevan liittimen avulla suoraan venttiilipohjaan. Venttiilipohjasta viedään venttiilien ohjauskaapelit moninapakaapelilla logiikalle. Paineilmaletkujen kiinnitystä varten on pikaliittimet peruslevyn sivulla.

Paineilmansyöttö varustettiin paineilman suodatinsäädinyksiköllä, jonka avulla säädetään haluttu järjestelmäpaine sekä erotetaan vettä paineilmasta. Ennen suodatinsäädintä on sulkuventtiili. Toimilaitteiden paineensäätöä varten niiden liityntäliittimet on varustettu säädettävällä kuristuksella.



Kuva 6. Pneumatiikkakaavio

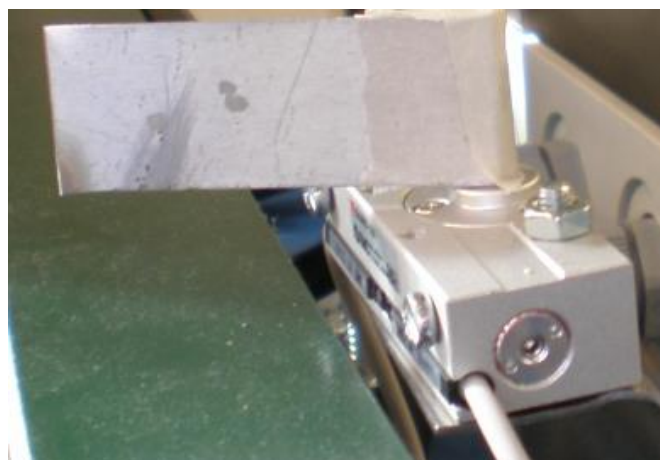


Kuva 7. Pneumatiikkaventtiilien peruslevy ja venttiilit [4, s. 67]

4.3 Pneumaattiset toimilaitteet

4.3.1 Hylkyasema 1

Hihnakuljettimen viereen on asennettu yksinkertainen hylkyasema, joka poistaa kuljettimelta ei-metalliset kappaleet kääntämällä ohjaimen tulevan kappaleen eteen. Ohjainta pitkin kappale liikuu pois kuljettimelta keräyslaatikkoon. Ohjainta liikutetaan kääntösylinterillä SMC malli CRJ 05. Sylinteri on varustettu kahdella asemarajakytkimellä [5, s. 3.] (Kuva 8.)



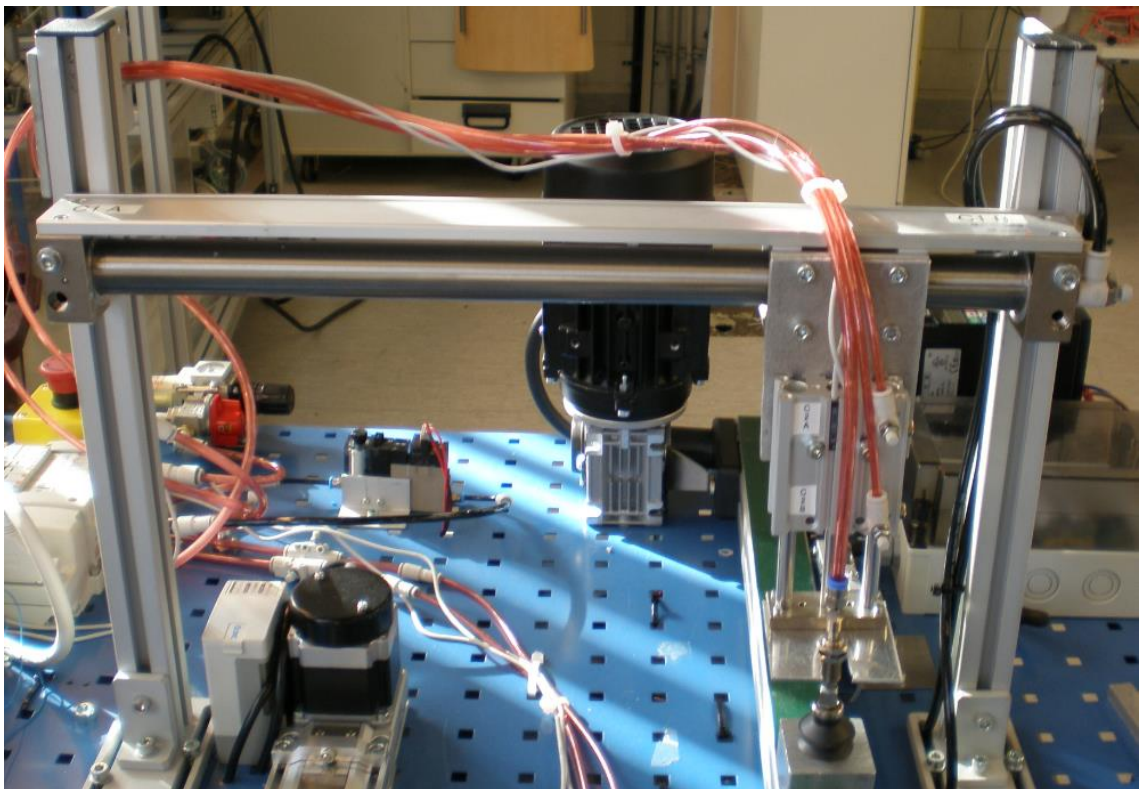
Kuva 8. CRJ 05 kääntösylinteri, kuvassa näkyvät myös rajakytkimet

4.3.2 Pneumaattinen manipulaattori

Pneumaattisella manipulaattorilla (kuva 9) siirretään halutut kappaleet hihnakuljettimelta askeltavalle kuljettimelle, joka lajittelee kappaleet halutulla tavalla. Manipulaattori koostuu seuraavista pääkomponenteista:

- imukuppitarttuja ja ejektori
- nosto/lasku sylinteri
- sivuttaisliikkeen männänvarretonsylinteri, joka muodostaa manipulaattorin yläkannakkeen

Manipulaattorin runko koostuu alumiiniprofiileista, jotka ylhäältä sitoo yhteen yläsylinteri, ja joiden alapää on kiinnitetty asennuslevyyn kulmakappaleiden avulla.



Kuva 9. Pneumaattinen manipulaattori

4.3.3 Imukuppitarttuja ja ejektori

Imukuppitarttuja on SMC: n ZPT-sarjan imukuppi (kuva 10) varustettuna 20 mm:n paljeimukupilla ja 15 mm:n joustolla. Paineilmansyöttö on pikaliittimellä. [6, s. 21.]

Alipaineen tuottamiseksi käytetään ejektoria johon on integroitu kaikki ejektorin toiminat ja säädöt. Ejektorissa on oma toimintaventtiili, joten se ei ole kytketty laitteen muihin venttiilijärjestelmään.

Imukuppien määrä on rajoitettu yhteen ejektoria kohden. Jos ejektoria kohden käytettäisiin useampaa imukuppia, adsorption (alipaineen) vähentyminen yhden imukupin kohdalla johtaisi alipaineen vähenemiseen muidenkin imukuppien kohdalla.



Kuva 10. ZPT-imukuppi

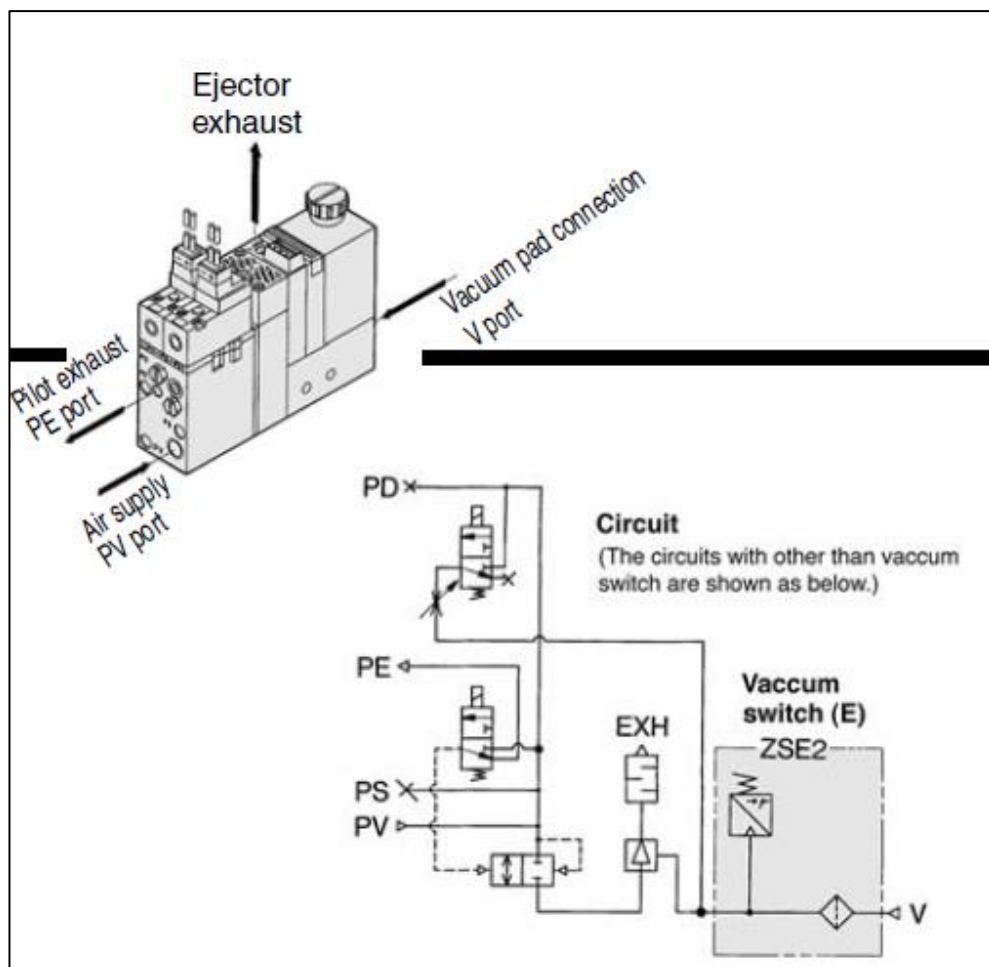
Suuttimen halkaisijaa valittaessa on huomioitava seuraavat asiat:

- imun virtausaste
- tarvittava alipaine
- adsorptiolle varattu aika

Tarvittaessa suurta imuvoimaa on huomioitava väistämättömät vuotokohdat ja putki-
tuksen laajuus ejektorin ja imukupin välillä sekä käytettävissä oleva aika.

Tämä ejektorityyppi mahdollisti sen sijoittamisen lähelle imukuppia, joten sen toiminta
ei aiheuttanut ongelmia.

Kuvassa 11 on esitetty ejektorin ulkoiset ja sisäiset kytkennät.



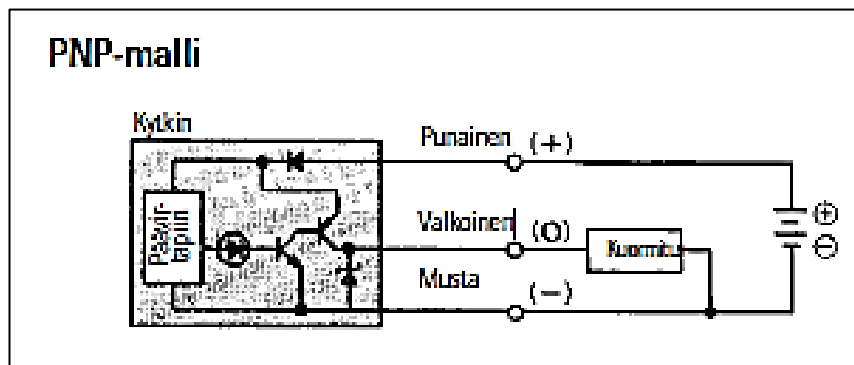
Kuva 11. Ejektoriyksikkö ZX 1101 – K15 ja sen sisäinen kytkentä [6, s. 18]

Mekaaninen asennus

Ejektoryksikön kyljessä olevien reikien ja kulmakappaleen avulla yksikkö kiinnitettiin ruuvi/mutteri-yhdistelmällä kiinnityslevyyn.

Sähköinen asennus

Sähköinen asennus tehtiin PNP-kytkennällä (kuva 12). PNP-tyyppinen kytkin antaa positiivisen signaalin (yleensä +24 VDC) tunnistaessaan kappaleen. Toinen anturitekniikassa yleisesti käytetty on NPN-tyyppinen kytkin, joka antaa negatiivisen signaalin (0 VDC). Lisäksi kytkimiä löytyy sulkeutuvalla tai avautuvalla koskettimella varustettuna (3 johdinta) tai molemmilla koskettimilla varustettuna (4 johdinta). Tässä laitteistossa kaikki anturikytkennät ovat PNP-tyyppisiä.



Kuva 12. PNP-kytkennän malli

4.3.4 Nosto/laskusylinteri

Imukuppitarttujan pystyliikettä varten asennettiin SMC: n MGP-Z- sarjan sylinteri. MGP-Z-sarjan sylinterit on varustettu lineaarisilla ohjaustangoilla (kuva 13), mitkä estävät männän varren kiertymisen.

Mekaaninen asennus

Männän varren päässä on kiinnityslevy, joka yhdistää männän varren ohjaustankoihin. Kiinnityslevyssä on reiät erilaisten kiinnitysosien kiinnittämiseen. Reikiin kiinnitettiin adapterilevy imukuppitarttujaa varten. Sylinterin kyljessä on urat pyöreiden rajakytkimien asentamista varten. Näillä kytkimillä tunnistetaan sylinterin ylä- ja ala-asento.



Kuva 13. MGP-Z sarjan sylintereitä [8, s. 8]

4.3.5 Sivuttaisliikkeen männänvarretonsylinteri

Manipulaattorin sivuttaisliikkeessä käytettiin SMC:n männänvarretonta CY3R-sarjan sylinteriä (kuva 14). Sylinteri muodostaa myös manipulaattorin ylärungon. Sylinterin halkaisija on 25 mm ja iskunpituus 350 mm.



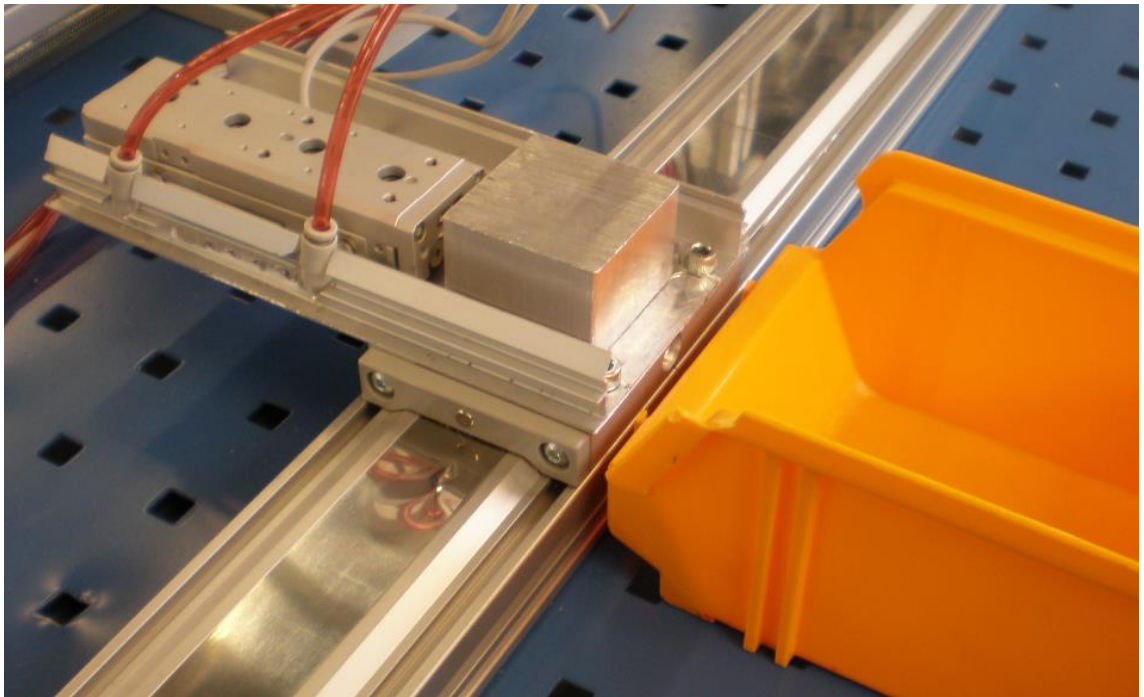
Kuva 14. SMC CY3R männänvarreton sylinteri [9, s. 4]

Mekaaninen asennus

Sylinteri asennettiin pystytankojen varaan molemmissa päissä olevien kiinnitysreikien kautta.

4.3.6 Pneumaattinen lajittelija

Askeltavan kuljettimen kelkkaan asennettiin kappaleiden lajittelua varten yksinkertainen alumiiniprofiilista tehty alusta, jolle pneumaattinen manipulaattori laskee kappaleen (kuva 15). Logiikkaohjelman antaman paikkatiedon perusteella kuljetin siirtää kelkan haluttuun asemaan, jossa alustaan kiinnitetty paineilma toiminen liukupöytä työntää kappaleen pois alustalta. Liukupöytä on SMC:n malli MXS6-50. [10]



Kuva 15. Lajitteluyksikkö

4.4 Paineilmajärjestelmän asennus

Paineilma syötettiin venttiiliyksikölle oppilaitoksen paineilmaverkosta. Ejektoria varten on oma erillinen putkilinjansa. Putkitus venttiiliyksiköltä toimilaitteille tehtiin $\varnothing 4$ mm muoviletkulla. Venttiiliyksikkö on varustettu pikaliittimillä (kuva 16) ja toimilaitteille asennettiin säädettävät pikaliittimet SMC:n AS-sarjasta.



Kuva 16. Säädettävä pikaliitin [11]

5 Anturitekniikka

Koneautomaation laaja komponenttitarjonta antaa koneensuunnittelijalle laajat mahdollisuudet automaattisten koneiden suunnitteluun. Automaatiojärjestelmien edullisuus antaa mahdollisuuden älyn viemisen myös pieniin ja yksinkertaisiin laitteisiin. Ohjausjärjestelmän äly ei yksinään riitä aikaansaamaan koneesta automaattisesti toimivaa kokonaisuutta. Automaatiojärjestelmän kehittämisessä tarvitaan mekaanisen koneen ja älykkään ohjausjärjestelmän yhteenliittämiseksi antureita ja toimilaitteita. Toimilaitteiden tehtävänä on saada aikaan liikkeitä, ja antureiden tehtävänä on tunnistaa tai mitata toimilaitteiden aiheuttamia järjestelmän tilan muutoksia.

Anturien havaitsemat muutokset järjestelmän tilassa välitetään ohjausjärjestelmälle. Usein tarvitaan ohjausjärjestelmän ja anturin väliin muunnin, joka muuntaa anturilta tulevan tiedon ohjausjärjestelmälle sopivaksi.

Yleensä anturin antama viesti on sähköinen tieto tilan muutoksesta. Sähköinen tieto voi olla analoginen (jännite- tai virtaviesti) tai digitaalinen viesti. Väyläteknologian käyttöönoton myötä on digitaalisen tiedon siirron osuus korostunut. [12, s. 1 - 4.]

Uuden ryhmän muodostavat ns. aktiiviset anturit. Aktiivinen anturi sisältää päätöksentekologiikkaa, tai se pystyy suorittamaan ohjelmoituja toimintoja. Analogia- ja digitaali-muunnoksia suorittavia antureita voidaan myös pitää aktiivisinä antureina.

Rakennetussa opetuslaitteistossa on käytetty yleisesti teollisuuskäytössä olevia anturityyppejä.

5.1 Lähestymiskytkimet

Teollisuuden automaatiosovelluksissa elektroniset lähestymiskytkimet ovat keskeisessä asemassa. Verrattuna mekaaniseen kytkimeen elektronisen kytkimen etu on, ettei se tarvitse mekaanista kosketusta paikannettavaan kohteeseen. Sähköisesti elektroniset kytkimet ovat pitkäikäisiä. Niiden mekaaninen kestävyys ei ole kovinkaan hyvä, vaan ne vaativat suojauksen mekaanista rasitusta vastaan. Kytkimien käyttölämpötila-alue on yleensä -20 - +60 °C.

Lähestymiskytkimet koostuvat periaatteessa kolmesta osasta:

- tunnistusosa (kohteen tunnistaminen)
- signaalin valmisteluosa (liipaisu- eli trigger- aste)
- ulostuloaste (kuorman kytkeminen ts. viestin lähetys)

Kytkimen valintaa varten on selvitettävä käyttökohde ja sen olosuhteet. On selvitettävä mitä materiaaleja ja miltä etäisyydeltä pitää tunnistaa (tunnistusosa) sekä kuinka nopeasti kytkimen tilan pitää vaihtua (valmistelu + ulostuloaste), ja näin kohteeseen voidaan valita parhaiten toimiva ratkaisu. Tunnistusosan ominaisuudet vaikuttavat eniten kytkimen toimintaan, ja siinä käytetään yleisimmin induktiivista, kapasitiivista tai optista tekniikkaa. [12, s. 10 - 19.]

Lähestymiskytkimien käyttöön liittyviä käsitteitä

Kytkentäetäisyys kertoo lähestymiskytkimen aktiivipinnan ja sitä lähestyvän kohdeesineen välisen etäisyyden aksiaalissuunnassa sillä hetkellä, kun kytkimenlähtösignaalin tila muuttuu.

Hystereesi tarkoittaa lähestymiskytkimien yhteydessä sitä etäisyyttä, jonka kohdeesine kulkee päälle kytkeytymisen ja irtikytkeytymisen välillä. Hystereesi on määriteltävissä sekä aksiaalissuunnassa että kohtisuoraan aksiaalissuuntaa vasten.

Vapaa-alue on jätettävä jos kytkin ei ole uppoasennettavaa tyyppiä, jotta aiheetonta tunnistusta ei pääse tapahtumaan. Valmistaja määrittelee vapaa-alueen ja ilmoittaa siitä teknisessä dokumentaatiossa. [12, s. 12 - 13.]

5.1.1 Optinen lähestymiskytkin

Optisten lähestymiskytkimien perusrakenteet ovat

- erillinen lähetin ja vastaanotin
- yhteen rakennettu lähetinvastaanotin
- heijastinta käyttävä
- kohteesta heijastuksen tunnistava.

Optinen lähestymiskytkin muuntaa valosignaalin sähköiseksi signaaliksi. Optisen lähestymiskytkimen tunnistusosa on sähköinen valokenno, joka lähettää joko näkyvää valoa (tavallisesti punainen), infrapunavaloa tai laservalopulsseja.

Valokennon lähettämää valotehoa voidaan säätää, joten optisen kytkimen kytkentäetäisyys on säädettävissä jopa satoihin metreihin. [12, s. 16.]

Valokuitukennot

Valokuitukennossa siirretään valo kuitua pitkin optiikasta vahvistinyksikköön. Kuidut voi vaihtaa ja niitä on saatavilla eri käyttökohteisiin. Kuituja voidaan käyttää lähetin/ vastaanotinparina tai heijastusvalokennona joko peilistä tai materiaalista.

Vahvistimien monipuolisuus vähentää mallivalikoimaa ja pienentää varastoitavien mallien määrää. Valokuitukennot sopivat hyvin paikkoihin, joissa vallitsee korkea lämpötila tai joissa valokenno on alttiina sähköisille tai magneettisille häiriöille. Pieni koko helpottaa valokuitukennon asennusta ahtaisiin paikkoihin. [12, s. 18.]

5.1.2 Induktiivinen lähestymiskytkin

Induktiivinen lähestymiskytkin on eniten käytetty kytkinmalli, joka tunnistaa vain metalleja. Induktiivinen kytkin luo suuritaajuuksisen magneettikentän. Kun sähkömagneettiseen kenttään tuodaan sähköä johtavaa materiaalia oleva kohde-esine, aiheuttaa induktio esineeseen pyörrevirtauksia. Tämän seurauksena sähkömagneettinen kenttä heikkenee, värähtely vaimenee (amplitudi pienenee) ja värähtelypiirin virrankulutus kasvaa. Kytkimen elektroniikka havaitsee muutoksen, ja lähtöaste aktivoituu. [12, s. 12.]

5.1.3 Kapasitiivinen lähestymiskytkin

Kapasitiivinen lähestymiskytkin tunnistaa melkein kaikki materiaalit. Kytkin kehittää ympärilleen sähkökentän, joka heikkenee esineen lähestyessä kytkimen tunnistusosaa. Tällöin muodostuu pohjakuoren kanssa kondensaattori, jossa ilma toimii eristeinä. Esineen lähestyessä anturia kapasitanssi muuttuu, jolloin oskillaattorin taajuus muuttuu. Kytkimen peruselektrodin edessä on siis sähköstaattinen kenttä, joka toimii lähestymiskytkimen aktiivisena kytkentäalueena. Kun tunnistettava kohde-esine tuodaan

kytkimen aktiivisen alueen sisään, sähkökenttä heikkenee ja oskillaattoriin kapasitanssi kasvaa. Kun tietty kapasitanssiarvo ylittyy, alkaa oskillaattori värähdellä. Oskillaattorin kapasitanssin muutokseen vaikuttavat tunnistettavan materiaalin dielektrisyysvakio, tunnistettavan esineen etäisyys kytkimen aktiivisesta pinnasta ja esineen fyysiset mitat.

Aineet, joilla on suuri dielektrisyysvakio, voidaan tunnistaa pienemmän dielektrisyysvakion omaavan aineen läpi (esim. nestepinnan tarkkailu muovi- tai lasiseinämän läpi). [12, s. 14.]

5.1.4 Reed-kytkin

Reed-kytkin tarvitsee toimiakseen tunnistuskohteessa olevan magneetin. Reed-kytkimen toiminnallinen osa on kielikytkin, jonka kosketin sulkeutuu kytkimen joutuessa magneettikenttään. Tyypillinen kytkentäetäisyys on 5 - 10 mm ja katkaisuetäisyys 10 - 15 mm. Reed-kytkimiä käytetään yleisesti sylinterien ääriasentojen tunnistamiseen.

5.1.5 Opetuslaitteistossa käytetyt lähestymiskytkimet

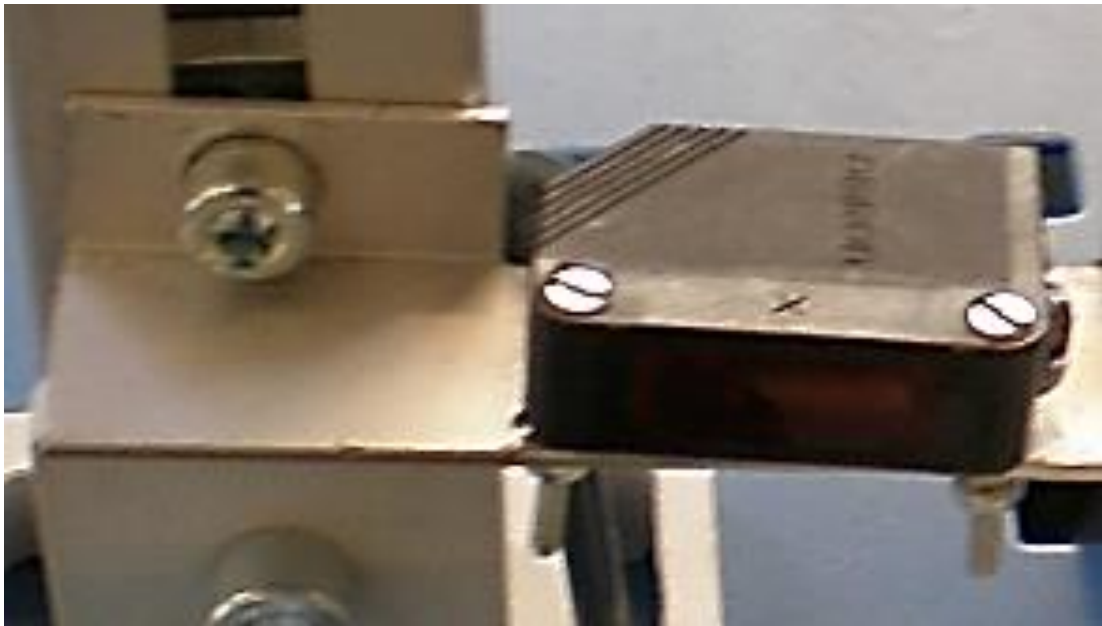
Opetuslaitteistoon asennettiin lähestymiskytkimiä tunnistamaan kappaleiden asemaa kuljettimilla (optinen) ja sylinterin päätyasemia (Reed-rele) sekä erottelemaan metalliset kappaleet ei-magneettista kappaleista (induktiivinen).

Lähestymiskytkinten kiinnitystä varten niille valmistettiin omat telineet käyttäen erilaisia alumiiniprofiileita ja lattatankoja. Kytkinten kaapeleita varten asennettiin laitteiston kahdelle sivulle kannelliset kaapelikourut.

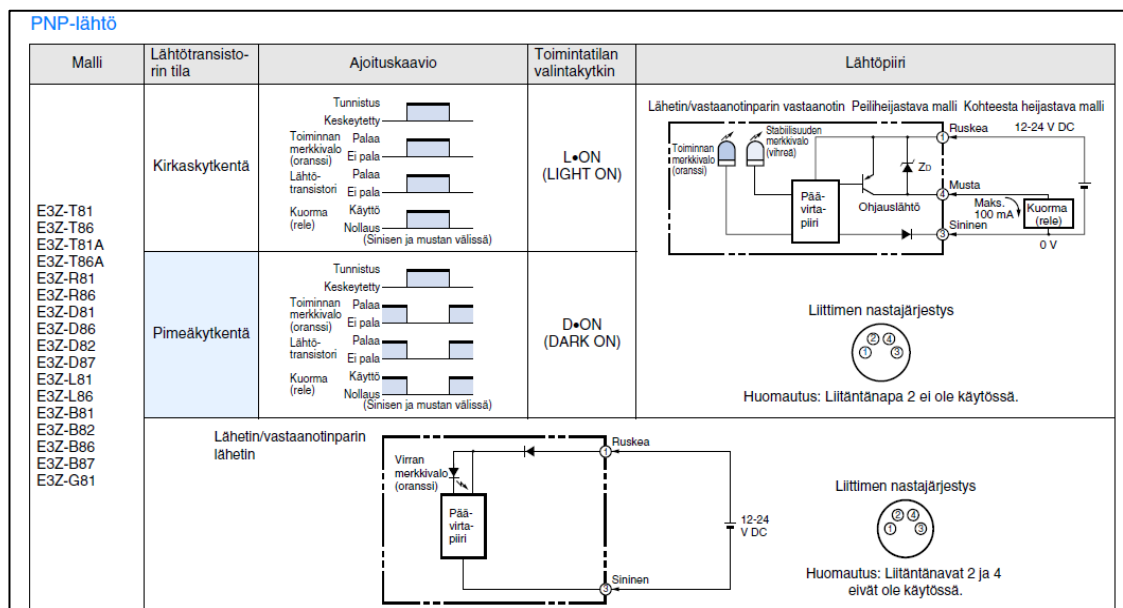
Optinen kytkin Omron E3Z- D81

Tässä sovelluksessa valokennona käytettiin kappaleesta takaisin heijastavaa mallia (kuva 17). Kytkimellä tunnistettiin hihnakuljettimelle syötetty uusi kappale. Saatuaan kytkimeltä tunnistustiedon kappaleesta, logiikka antaa hihnakuljettimelle käynnistyskäskyn. Samanlaisella kennolla tunnistetaan kappaleen saapuminen poistokohtaan kuljettimella. (Kuva 18.)

Kappaleesta takaisin heijastavassa käytössä kytkimen tunnistusetäisyys on noin 1 m.



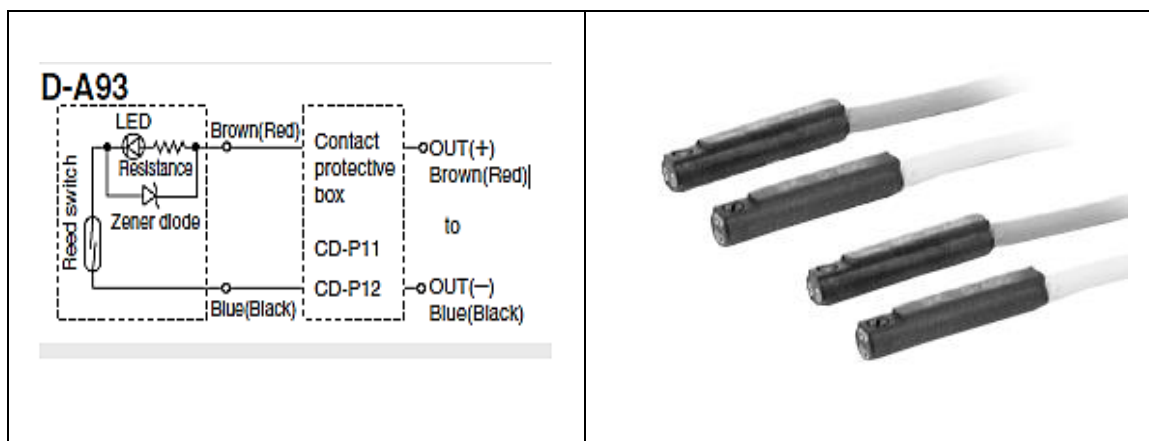
Kuva 17. Omron E3Z valokenno



Kuva 18. Valokennon E3Z – D81 kytkentä [13, s. 17]

Reed-kytkin SMC D-A93

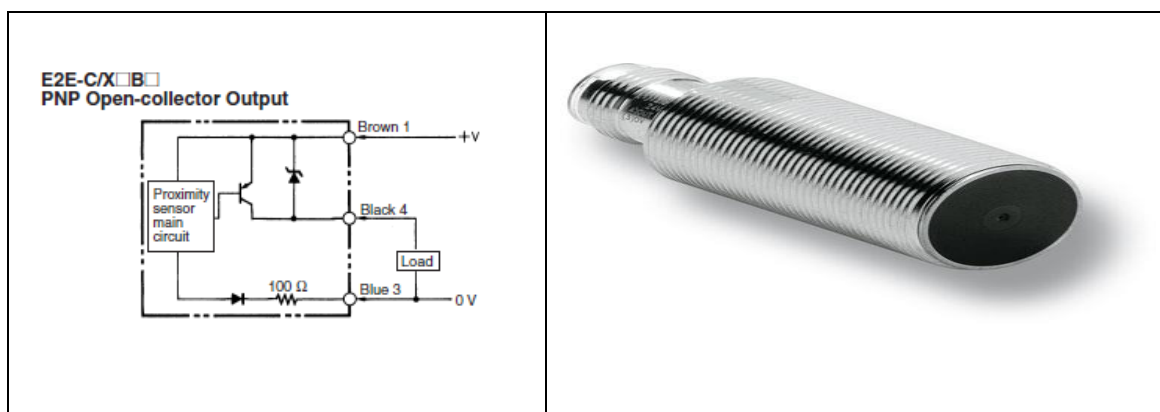
SMC:n valmistamissa sylintereissä käytetään suoraan sylinterin kyljessä olevaan uraan asennettavia Reed-kytkimiä tunnistamaan männän päätyasemat. Männänvarrettomissa sylintereissä voidaan tunnistaa myös väliasentoja. (Kuva 19.)



Kuva 19. D-A93 kytkimen kytkentä ja kytkin [15, s. 18]

Induktiivinen lähestymiskytkin Omron E2E- X1B1

Pienikokoista induktiivista kytkintä käytetään tunnistamaan metallisia kappaleita niiden saapuessa tiettyyn paikkaan. Kytkin on varustettu M8 kierteellä ja sen tunnistusetäisyys on noin 1,5 mm. (Kuva 20.)



Kuva 20. E2E kytkimen kytkentä ja kytkin [14, s. 13]

5.2 Värintunnistusanturi

Laitteisto varustettiin saapuvien kappaleiden värintunnistuksella. Tunnistusta varten oleva valokuitu sijoitettiin hihnakuuljettimen alkuun ja vahvistinyksikkö sähköasennuskiskoon. Valokuidun pituus on 1 m.

Värintunnistus perustuu valkoiseen led-valoon, joka heijastuu kappaleesta vastaanottimeen. Sekä valon ohjaus kappaleeseen että heijastuksen vastaanotto tapahtuu valokuitujen välityksellä (kuva 21).



Kuva 21. Valokuitupää, molemmat kuidut ovat sen sisällä.

Vahvistinyksikkö tunnistaa takaisin heijastuvaa valonmäärää ja siihen voidaan asettaa kytkentäarvoiksi, että tietty valomäärä vastaa tiettyä väriä. Vahvistinyksiköstä voidaan saada kolme eri signaalia lähetettäväksi logiikkaan eli yksi vahvistinyksikkö voi tunnistaa kolme väriä. Useamman värin tunnistusta varten voidaan vahvistinyksikköjä asettaa peräkkäin. (Kuva 22.)



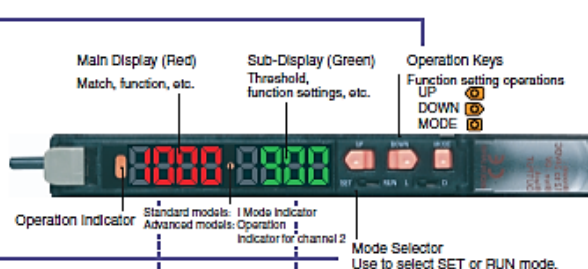
Kuva 22. Vahvistinyksikkö Omron E3X- DAC51B- S














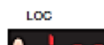
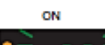


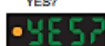
E3X-DAC-S tunnistaa sille opetetun kohteen värin. Heijastuvan valon määrä ja pieni tunnistusetaisyys vaihtelu eivät vaikuta tunnistuksen tarkkuuteen. Tämä mahdollistaa värillisen merkin tai muun esineen luotettavan tunnistuksen. Kuvassa 23 on esitetty vahvistimen asetusarvojen määrittäminen.

E3X-DAC-S

Operation

Operation Reference



SET/RUN mode	Operation Keys	Operation	Displays		Remarks
			Main Display	Sub-Display	
Detection/adjustment RUN (Factory-set to RUN)		Adjusting thresholds	Incident level 	Threshold 	→ Page 19 Refer to 3. <i>Setting Thresholds Manually in RUN Mode.</i>
		Executing user-specified functions (Factory-set to 1-point teaching.)			Used to executes various teaching and zero-reset operations. → Page 19 Refer to 2. <i>Registering Work-piece Colors with Teaching in SET Mode.</i>
Function settings SET		Changing teaching and setting details	Setting Items 	Setting details 	→ Page 19 Refer to 2. <i>Registering Work-piece Colors with Teaching in SET Mode.</i> → Page 20 Refer to 4. <i>Setting Functions in SET Mode.</i>
		Switching setting items	 	 	
SET/RUN mode	Operation Keys	Operation	Display		Remarks
RUN (Factory-set to RUN)		Locking and unlocking keys	LOC 	ON 	Locks key operation to prevent incorrect operation. → Page 21 Refer to 5. <i>Convenient Functions.</i>
		Initialization and user re-set	INIT 	YES? 	Returns the system to its initial state. → Page 21 Refer to 5. <i>Convenient Functions.</i>

Kuva 23. Vahvistimen asetusarvojen määrittäminen [16, s. 18]

5.3 Kappaleen korkeuden mittaus

Saapuvien kappaleiden korkeuden tai mahdollisten reikien tunnistusta varten asennettiin laser-toiminen mittausyksikkö (kuva 24) hihnakuljettimen yläpuolelle.

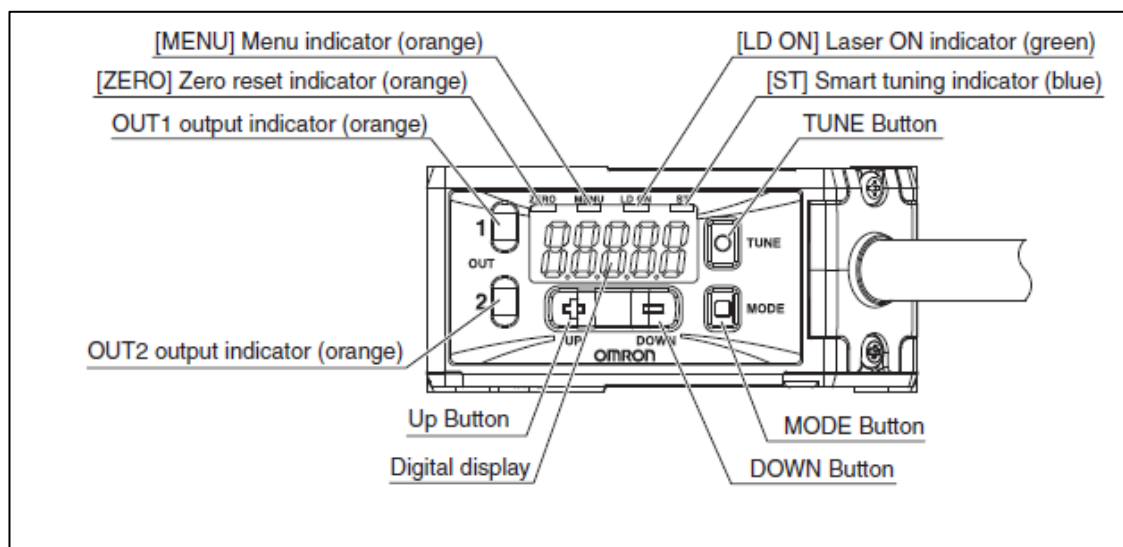


Kuva 24. Omron ZX1- LD50 A81 mittausyksikkö



Kuva 25. Omron ZX1- LD50 A81 mittausyksikön asettelukytkimet

Yksikön asetukset tapahtuvat pelkästään yhden napin painalluksella joten sen käyttöönotto on yksinkertaista. (Kuvat 25 ja 26.)



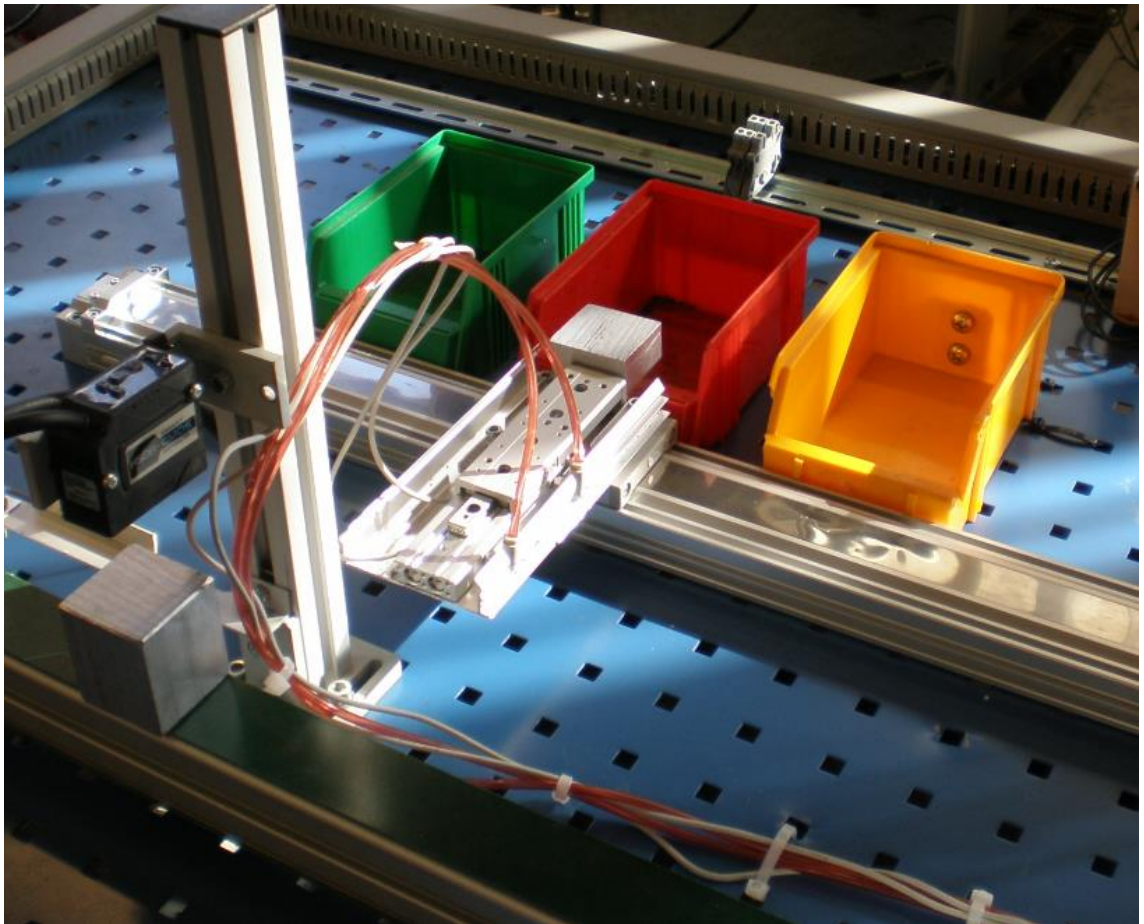
Kuva 26. ZX1- mittauksen ohjauspaneelin toiminnot [17, s. 8]

6 Yhteenveto

Insinööriyön tavoitteena oli luoda opetukseen soveltuva automaattinen kappaleenkäsittelyjärjestelmä, joka hyödyntää teollisuudessa yleisesti käytettyjä tuotteita.

Työn alussa ideoitu laitekonsepti on nyt saatettu mekaaniselta osuudeltaan tavoitteeseensa. Työn toteutuksen aikana on tullut esiin useita kehitysideoita, joita on jo osittain alettu toteuttamaan. Ideoista ensimmäisenä tullaan toteuttamaan tämän laitteiston yhdistäminen olemassa olevaan robottiin, joka on ohjelmoitavissa toimimaan kappaleiden syöttölaitteena hihnakuljettimelle. Toinen merkittävä lisäys tulee olemaan laitteen yhdistäminen robotin turvalogiikkaan ja sen ympärille tulevaan turvajärjestelmään.

Tässä vaiheessa työtä on päästy sen rajauksen mukaiseen lopputulokseen. Laitteiston komponentit on asennettu ja testattu sähköisesti tai pneumaattisesti sekä värin tunnistuksen ja laser-mittauksen toimivuus pystytty todentamaan (kuva 27).



Kuva 27. Lajittelija ja korkeudenmittaus

Opetukseen käytettävän automaatiolaitteen suunnittelu antaa työlle omat haasteensa. Miten yhdistetään pedagogiikka ja koneautomaatioon liittyvä turvallisuusajattelu? Yksi merkittävä osa eli käyttöohjeiden laadinta jäi tämän työn ulkopuolelle. Käyttö- ja turvallisuusohjeiden laadinta on mielestäni suomalaisessa teollisuudessa jäänyt kehityksestä jälkeen. Aihe on merkittävä myös siinä mielessä, että tekniikan opetuksessa siihen ei juurikaan kiinnitetä huomiota. Tässä työssä turvallisuus lähtökohtaisesti perustui pienen mittakaavaan eli käytetyt voimat ja nopeudet ovat suhteellisen pieniä ja käsiteltävät kappaleet kevyitä. Virheellisillä sähkö- tai pneumatiikkakytkennöillä on tietysti mahdollisuus aiheuttaa yllättäviä vaaratilanteita.

Työn kokonaisuuden toinen osa eli Siemens S7 logiikan käyttöönotto on viivästynyt ja tulee tapahtumaan myöhemmin. Mahdollisesti laitteen ohjaus toteutetaan alkuvaiheessa Omron-logiikalla, jonka käytöstä Variassa on ennestään kokemusta.

Lähteet

- 1 Rolloc tuote- esite. Verkkodokumentti.
http://www.solidcomponents.com/company/out/531650602/BF40E-40-1200-37_3-RH1-Rollco.pdf. Luettu 10.03.2014.
- 2 SMC tuote- esite. e-Rodless Actuator. Verkkodokumentti.
http://content2.smcetech.com/pdf/E-MY2B-A_EU.pdf. Luettu 10.03.2014.
- 3 J. Fonselius, J. Korhonen, J. Saarineva & K. Pekkola. 1987, Koneautomaatio, Pneumatiikka. Helsinki: Valtion painatuskeskus.
- 4 SMC tuote- esite. 5 Port Solenoid Valve, series SV. Verkkodokumentti.
<http://content2.smcetech.com/pdf/SV_EU.pdf>. Luettu 13.03.2014.
- 5 SMC tuote- esite. Mini Rotary Actuator, series CRJ. Verkkodokumentti.
<http://content2.smcetech.com/pdf/CRJ_EU.pdf>. Luettu 13.03.2014.
- 6 SMC tuote- esite. Vacuum Pad, series ZP. Verkkodokumentti.
<http://content2.smcetech.com/pdf/ZP_EU.pdf>. Luettu 13.03.2014.
- 7 SMC tuote- esite. Vacuum Module, series ZX. Verkkodokumentti.
<http://content2.smcetech.com/pdf/ZX_EU.pdf>. Luettu 01.04.2014.
- 8 SMC tuote- esite. Compact Guide Cylinder. Verkkodokumentti.
<http://content2.smcetech.com/pdf/MGP-Z_EU.pdf>. Luettu 01.04.2014.
- 9 SMC tuote- esite. Magnetically Coupled Rodless Cylinder. Verkkodokumentti.
<http://content2.smcetech.com/pdf/CY3-C_EU.pdf>. Luettu 02.04.2014.
- 10 SMC tuote- esite. Air Slide table. Verkkodokumentti.
<http://content2.smcetech.com/pdf/MXS_EU.pdf>. Luettu 05.04.2014.
- 11 SMC tuote- esite. Connectors. Verkkodokumentti.
<http://content2.smcetech.com/pdf/PPE-D_EU.pdf>. Luettu 07.04.2014.
- 12 E. Suosara, T. Välimaa, K. Pekkola & J. Miettinen. 1987, Koneautomaatio, Sähköiset automaatiolaitteet. Helsinki: Valtion painatuskeskus.
- 13 Omron tuote- esite. E3Z Datasheet. Verkkodokumentti.
<http://industrial.omron.fi/fi/products/catalogue/sensing/photoelectric_sensors/compact_square/e3z/default.html>. Luettu 09.04.2014.

- 14 Omron tuote- esite. E2E Datasheet. Verkkodokumentti.
<http://industrial.omron.fi/fi/products/catalogue/sensing/inductive_sensors/special_models/e2e/default.html>. Luettu 09.04.2014.
- 15 SMC tuote- esite. Auto Switch Guide. Verkkodokumentti.
<http://content2.smcetech.com/pdf/D_EU.pdf>. Luettu 07.04.2014.
- 16 Omron tuote- esite. E3X- DAC- S Datasheet. Verkkodokumentti.
<http://industrial.omron.fi/fi/products/catalogue/sensing/fiber_optic_sensors/amplifiers-advanced-functionality/e3x_dac_s/default.html>. Luettu 09.04.2014.
- 17 Omron tuote- esite. ZX1 Datasheet. Verkkodokumentti.
<http://industrial.omron.fi/fi/products/catalogue/sensing/measurement_sensors/displacement_sensors/zx1/default.html>. Luettu 09.04.2014.